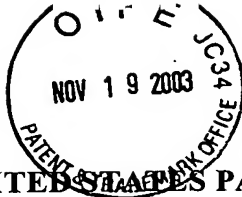


Docket No. 220484US2/atp



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Eiji OKAMOTO

GAU: 2661

SERIAL NO: 10/091,503

EXAMINER:

FILED: March 7, 2002

FOR: MULTI-MODE BLOCK-CODED MODULATION/DEMODULATION METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

RECEIVED

NOV 20 2003

Technology Center 2600

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2001-271964

September 7, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

10/091,503
651105

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 9月 7日

出願番号

Application Number:

特願2001-271964

[ST.10/C]:

[JP2001-271964]

出願人

Applicant(s):

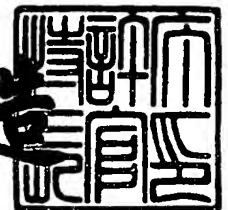
独立行政法人通信総合研究所
岡本 英二

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2002年 4月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 CRL-01-AH

【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特
許出願

【提出日】 平成13年 9月 7日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H03M 13/05

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人通信
 総合研究所内

 【氏名】 岡本 英二

【特許出願人】

 【識別番号】 301022471

 【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所

【特許出願人】

 【識別番号】 599113903

 【氏名又は名称】 岡本 英二

【代理人】

 【識別番号】 100082669

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 福田 賢三

【選任した代理人】

 【識別番号】 100095337

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 福田 伸一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100061642

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 福田 武通

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 086277

【納付金額】 2,100円

【その他】 国以外のすべての者の持分の割合 1 0 / 1 0 0

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0104800

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチモードブロック符号化変調復調方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル信号のマルチモード伝送において、多レベルブロック符号化変調方式の構成要素である、レベル段数、各レベル符号、セット分割法、あるいは、変調方法、を、すくなくとも 2 つの異なるモード間で、異なる設定を用いることによって、一方向でマルチモード伝送を行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、ブロック符号のフレーム毎にモードを変更することを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、受信側で全てのモードを包含するトレリス線図を用いた単一のビタビ復号器によって最尤復号を行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のブロック符号化変調方法において、受信側で、ビタビ復号を行うことによりモードの選択と復号とを同時に行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 5】 請求項 1 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、1 つまたは複数のレベル符号を符号化モードインデックスとして伝送モード情報を挿入し、その他のレベルをそのモードによって変更することを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、多レベル符号の最上位レベルをモードインデックス符号とし、このモード情報をセット分割法の最初の分岐に用いることを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 7】 請求項 1 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、信号空間ダイアグラムの同一座標の変調信号点に異なるビット系列を割り当てることにより、マルチモード方式を実現することを特徴とするマルチモードブ

ロック符号化変調復調方法。

【請求項 8】 請求項 5 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、符号化側で、信号空間ダイアグラムの同一座標の変調信号点に異なるビット系列を割り当ててマルチモード方式を構成し、復号化側で、モードの解読結果を用いて信号空間ダイアグラム重複した同一信号点でのビット系列割り当ての帰属を判定することを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 9】 請求項 1 に記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、ブロック符号長と同数の同一伝送シンボル数で、マルチモード伝送を行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 10】 請求項 5 記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、多レベル符号の最上位をモードインデックス符号とし、受信側で多段復号法により最上位の復号を行いモードを決定し、その復号された信号を用いて最上位の下レベルの復号器を切り換えることを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 11】 請求項 1 記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、それぞれのレベルにおける誤り保護をもちいた伝送は、モードによって異なる場合のある不均一な誤り保護を行う伝送部分と、均一誤り保護を行う伝送部分からなることを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 12】 請求項 1 記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、移動体無線通信の移動局からの送信を行う場合に、移動局の移動状況に応じて送信モードの切り換えを行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【請求項 13】 請求項 1 記載のマルチモードブロック符号化変調方法において、移動体無線通信の移動局からの送信を行う場合に、移動局の雑音環境に応じて送信モードの切り換えを行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、デジタル通信において、一方向伝送で種々のモードを持つ系列を誤りの少ない特性で送受信する手段に関しており、特に、送信側が重要度の高いビットとそうでないビットを混在して伝送したいとき、不均一誤り保護と均一誤り保護のマルチモード伝送を行う方法として利用できるマルチモードブロック符号化変調復調方法を提供するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

図 1 に第 1 の従来の技術の例を示す。図 1 は、従来の一方向適応伝送の方法を示すブロック図である。図 1 に示したプリアンプルには、伝送ビット数、伝送速度などの情報が書きこまれており、受信側では、プリアンプルを解読して、必要ビット数だけ復号する。図 1 の一方向適応伝送の方法は、データ部分の変調方式や符号化方式を、プリアンプルを用いて適宜変更することにより適応的な伝送を行うものである。その際この方法では、プリアンプルにデータ部の方式などの情報を付加する必要があるが、1) この情報が誤って復号されるとデータ部の受信が正常でも正しい復号が行えない、2) またそれを避けるためにプリアンプルに符号化を施すと、プリアンプル長が長くなり伝送効率が落ちる、3) また受信側では複数の変調器を用意し、プリアンプルを解読し、復調器を切り換え、受信データを復調する機構が必要であるため、構造が複雑になる、等の問題がある。

【 0 0 0 3 】

また、図 2 は、第 2 の従来の技術の例を示す図である。図 2 は信号点配置によって一方向で適応的に変調方式を変える方法を示している。この場合 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation : 多値直交振幅変調) と QPSK (Quadrature Phase Shift Keying : $\pi/4$ デジタル位相変調) 信号点を同時に用い、送信シンボルを 16QAM 点か QPSK 点かにすることによってビット数のことなる系列の伝送が実現でき、さらにプリアンプルの挿入も必要ない、などの長所がある。しかしこの方式では複数の隣接信号点とのユークリッド距離 (d_1 , d_2) が $d_1 < d_2$ となるので、2 ビット伝送の場合のビット誤り率が QPSK に比べ大幅に劣化してしまい、実用的でなくなる、という欠点がある。

【 0 0 0 4 】

また、図には示していないが、第 3 の従来の技術の例としては、従来の多レベル符号化変調方式がある。この方式では、特定の通信に用いられる伝送方式が一種類に固定されて運用されている。また、同様に移動体通信における移動局の送信方式も、通常、QPSKなどの位相変調方式を用いた一種類の方式であり、これらは伝送速度や伝送速度が固定されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記したように、プリアンプルを用いる従来の技術では、1) プリアンプルの情報が誤って復号されるとデータ部の受信が正常でも正しい復号が行えない、2) またそれを避けるためにプリアンプルに符号化を施すと、プリアンプル長が長くなり伝送効率が落ちる、3) また、受信側では複数の変調器を用意し、プリアンプルを解読し復調器を切り換え受信データを復調する機構が必要であるため、構造が複雑になる、等の問題があった。また、信号点配置によって一方向で適応的に変調方式を変える方法では、2 ビット伝送の場合のビット誤り率がQPSKに比べ大幅に劣化してしまい、実用的でなくなる、という問題があった。また、従来の多レベル符号化変調方式では、移動局の送信方式も、一種類の方式に固定されているため、ビットエラー率を保持する様に、伝送経路に応じて通信方式を切り換えることができない、という問題があった。

【 0 0 0 6 】

この発明は上記に鑑み提案されたもので、デジタル通信の適応伝送に関する技術分野において、簡易な一方向の伝送でかつ符号化利得を得る適応伝送技術として用いることができ、また、符号化方式、変調方式、符号化変調方式の技術分野において、適応的に伝送特性を変える技術として用いることができるマルチモードブロック符号化変調復調方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

マルチモード伝送とは、多レベル符号化変調方式の構成要素、例えば多レベル符号の段数、各レベルの符号、セット分割法、あるいは変調方法など、を伝送モードにより変更することによって行う伝送のことである。本発明は、マルチモー

ド伝送に加えて、さらに、ブロック符号化変調方式とビタビ復号とを組み合わせることにより、大きな符号化利得を得るものであり、また良好な伝送品質を実現するものである。

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明における第 1 の発明は、マルチモードブロック符号化変調復調方法に関しており、デジタル信号のマルチモード伝送において、多レベルブロック符号化変調方式の構成要素である、レベル段数、各レベル符号、セット分割法、あるいは、変調方法、を、すくなくとも 2 つの異なるモード間で、異なる設定を用いることによって、一方向でマルチモード伝送を行うことを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

また、本発明における第 2 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、ブロック符号のフレーム毎にモードを変更することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、本発明における第 3 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、受信側で全てのモードを包含するトレリス線図を用いた単一のビタビ復号器によって最尤復号を行うことを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

また、本発明における第 4 の発明は、第 3 の発明の構成に加えて、受信側で、ビタビ復号を行うことによりモードの選択と復号とを同時に行うことを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

また、本発明における第 5 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、1 つまたは複数のレベル符号を符号化モードインデックスとして伝送モード情報を挿入し、その他のレベルをそのモードによって変更することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

また、本発明における第 6 の発明は、第 5 の発明の構成に加えて、多レベル符号の最上位レベルをモードインデックス符号とし、このモード情報をセット分割法の最初の分岐に用いることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、本発明における第 7 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、信号空間ダイアグラムの同一座標の変調信号点に異なるビット系列を割り当てることにより、マルチモード方式を実現することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、本発明における第 8 の発明は、第 5 の発明の構成に加えて、符号化側で、信号空間ダイアグラムの同一座標の変調信号点に異なるビット系列を割り当ててマルチモード方式を構成し、復号化側で、モードの解読結果を用いて信号空間ダイアグラム重複した同一信号点でのビット系列割り当ての帰属を判定することを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

また、本発明における第 9 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、ブロック符号長と同数の同一伝送シンボル数で、マルチモード伝送を行うことを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

また、本発明における第 1 0 の発明は、第 5 の発明の構成に加えて、多レベル符号の最上位をモードインデックス符号とし、受信側で多段復号法により最上位の復号を行いモードを決定し、その復号された信号を用いて最上位の下レベルの復号器を切り換えることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

また、本発明における第 1 1 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、それぞれのレベルにおける誤り保護をもちいた伝送は、モードによって異なる場合のある不均一な誤り保護を行う伝送部分と、均一誤り保護を行う伝送部分からなることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

また、本発明における第 1 2 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、移動体無線通信の移動局からの送信を行う場合に、移動局の移動状況に応じて送信モードの切り換えを行うことを特徴としている。

【 0 0 2 0 】

また、本発明における第 1 3 の発明は、第 1 の発明の構成に加えて、移動体無線通信の移動局からの送信を行う場合に、移動体無線通信の移動局からの送信を行う場合に、移動局の雑音環境に応じて送信モードの切り換えを行うことを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

以下にこの発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。先ず、本発明の構成を説明し、続いてノイズ特性やフェージング特性について、シミュレーション結果を用いて説明する。

【 0 0 2 2 】

本発明では、伝送符号の中にモードのインデックス情報とデータを合成して伝送するため、第 1 の従来技術の例のプリアンプルは必要なく、また受信側でのプリアンプルの抽出、解読なども必要がなくなる。また単一のビタビ復号器により全モードの復号が行えるため、本発明では、複数の符号化器を必要としない、という特徴がある。

【 0 0 2 3 】

また、本発明は、ブロック符号化変調方式を用いたマルチモード伝送方式であるため、ブロック符号化変調方式による符号化利得を得ることができ、しかも、上記した第 2 の従来技術の例のような伝送特性の劣化についてはこれを防ぐことができる、という特徴がある。

【 0 0 2 4 】

さらに、本手法では、ブロック符号化変調方式にマルチモードの特性を持たせたため、上記した第 3 の従来技術の例のように固定された伝送方法ではなく、様々な状況に応じてモードを変える適応伝送を行うことができる、という特徴がある。

【 0 0 2 5 】

これらの点をより詳細に説明するために、図 3 にマルチモード符号化器を示す。図 3 は多レベル符号化器の一種である。符号化利得は、各レベルの符号器とセツト分割法による信号点割り当てにより得られる。送信系列生成のためには、ま

ず送信データの内容、データ量、要求伝送品質などから伝送モードを決定する。そのモードにより図中のS/P変換後の符号レベル数、各符号器、変調方式や信号点割当法を変化させる。それに従ってデータを符号化し送信信号を得る。モードによって図中の構成要素を一部のみ変更させることも、全て変更させることも可能である。また送信モードのインデックス符号を生成し、送信系列に挿入することも可能である。これにより異なるモード間のハミング距離が伸長し、ビット誤り率 (BER) 特性が改善される。

【 0 0 2 6 】

図4に、受信側で用いるビタビ復号器とそのトレリス線図を示す。受信側ではトレリス線図を用いたビタビ復号を行う。これにより全ての送信系列のモードとビットの生成確率が等しい場合は最尤復号となる。トレリスの状態数は多レベル符号の深さと各レベル符号により決まる。また符号語に送信モードのインデックス符号が含まれている場合、トレリス線図は図4 (b) のようにインデックス符号語によって分けられたサブトレリス領域に分けることができる。

【 0 0 2 7 】

このサブトレリス領域は符号語の構成により、分割、結合や他領域への枝を持つ。もしモードインデックス符号がない場合は、トレリスの構成は通常が多レベル符号化変調方式のものと等しくなる。なお本方式のビタビ復号法は、変調方式や信号点割当法が送信側と同じ複数のモードになる他は既存の方式と同じである。

【 0 0 2 8 】

以上のシステムにより一方向マルチモード適応伝送が実現される。本方式は既存の多レベルブロック符号化変調方式とビタビ復号の構成とほぼ同じであるため、実現が容易であると考えられる。

【 0 0 2 9 】

次に、上記手法を用いて、2種類のモードを持ち、あるレベルだけ強く保護するモードと均一に保護するモードをもつ符号を示す。図5に符号長Lの多レベル符号を示す。以降、この符号を符号1と称する。この符号1は、2モードを持つ4レベルの多レベル符号である。11は全0か1の重複符号を用いたモードインデック

ス符号であり、ハミング距離は L である。ここで、 (N, K, d) は符号長 N 、情報ビット数 K 、ハミング距離 d の符号を表すものとするとき、 l_2 には $(L, L-1, 2)$ のパリティ検査符号を用い、 l_3 と l_4 はそれぞれ $(L, L, 1)$ の無符号化である。この符号を、均一誤りと l_2 を強く保護する不均一誤り特性をもつマルチモード伝送にするためのセット分割法を図6に示す。変調方式には16QAMを用いる。 l_1 はモードインデックス符号なので、最初の分岐はモードに対応する。これにより l_2 以降ではセット分割法がモード1用のSP1とモード2用のSP2に分かれる。SP1は分岐レベルに比例して信号点間ユークリッド距離を2倍に伸ばす通常のセット分割法で、SP2は l_2 の平均信号点間距離を伸ばすように配置されたセット分割法である。これによりモード2を伝送すれば不均一誤りが実現される。

【 0 0 3 0 】

表1に符号の距離特性を示す。表1の Δ は、図6に示す16QAMの格子間距離である。またMSEDは最小2乗ユークリッド距離で、値が大きいほど白色雑音環境下における符号のビット誤り率特性がよくなる。なおMSED、また後述するMSD、MPDについては文献(D.Divsalar and M.K.Simon, "The design of trellis coded MPS K for fading channels: Performance criteria," IEEE Trans. Commun., vol. 36, pp. 1004-1012, Sep. 1988.)に詳しく記載されている。表1においては、 l_2 の同モード間平均MSEDは符号の生成確率が等しいとした場合の平均であり、モード2の値がモード1の1.5倍になっている。ここからモード2の l_2 伝送特性が改善されることが分かる。

【 0 0 3 1 】

【表 1】

表 1: 符号 1 の距離特性

| | mode 1 | mode 2 |
|-----------------------|-----------------|-------------|
| code level | 4 | |
| l1 code | mode-index code | |
| l2 code | $(L, L - 1, 2)$ | |
| l3 and l4 code | $(L, L, 1)$ | |
| modulation | 16QAM | |
| signal partition | SP_1 | SP_2 |
| trans. rate (bit/sym) | $(3L - 1)/L$ | |
| 異モード間 MSED | $L\Delta^2$ | |
| l2 の同モード間 MSED | $4\Delta^2$ | $4\Delta^2$ |
| l2 の同モード間平均 MSED | $4\Delta^2$ | $6\Delta^2$ |

【0 0 3 2】

また、符号 1 の復号には、図 7 のトレリス線図を用いたビタビ復号を用いる。

図中出力ラベル A1-A4 は同一の分岐規則を持つ以下の信号点集合である。

A1=(0000、0001、0010、0011)、A2=(0100、0101、0110、0111)、

A3=(1000、1001、1010、1011)、A4=(1100、1101、1110、1111)

このトレリス線図はモード 1、2 全ての状態を持つため、マルチモードの復号はこのビタビ復号を行うだけでよい。このように本手法は簡易なマルチモードの復号が可能である。

【0 0 3 3】

次に、モードによって伝送速度を可変とし、さらにガウス雑音、フェージング環境に対応した符号を示す。これを、以下では符号 2 とする。図 8 に、符号長 $L=3L'$ のブロック符号を示す。これは、4 種類の伝送モードを持つブロック符号であり、このブロック符号では、同一の L シンボルを用いたフレームで伝送するビ

ット数と符号の距離特性を変えることができる。符号の特性を表 2 に示す。

【 0 0 3 4 】

【表 2】

表 2: 符号 2 の距離特性

| | mode 1 | mode 2 | mode 3 | mode 4 |
|--------------------------|-------------------------|------------------|-------------|-----------------|
| code level | 4 | 4 | 2 | 2 |
| l1 code | mode-index code | | | |
| l2 code | $(L, L - 1, 2)$ | | | |
| l3 and l4 code | $(L, L, 1)$ | $(L, L - 1, 2)$ | — | — |
| modulation | 16QAM | | QPSK | |
| signal partition | SP_1 | SP_2 | SP_1 | SP_2 |
| trans. rate (bit/sym) | $\frac{3L-1}{L}$ | $\frac{3L-3}{L}$ | 1 | $\frac{L-1}{L}$ |
| 異モード間 MSED | $2L\Delta^2/3$ | | | |
| 同モード間 MSED | $4\Delta^2$ | $4\Delta^2$ | $9\Delta^2$ | $18\Delta^2$ |
| 異モード間 MSD | $2L/3$ | | | |
| 同モード間 MSD | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 異モード間 MPD | $(2L\Delta^2/3)^{2L/3}$ | | | |
| 同モード間 MPD | $4\Delta^2$ | $16\Delta^4$ | $9\Delta^2$ | $324\Delta^4$ |

【 0 0 3 5 】

ここで、l1はハミング距離が $2L/3$ の重複パリティ符号を用いたモードインデックス符号である。また、l2はどのモードにおいても $(L, L-1, 2)$ 単一パリティ検査符号である。l3、l4は、モード 1、2 の場合のみ伝送され、この l3、l4 の違いによりモード 1、2 と 3、4 で大きく異なった伝送速度が得られる。なお MSD は最小シンボル距離、MPD は最小積距離で、それぞれフェージング環境下における信号対雑音電力 (SNR) が大きい領域と小さい領域での、特性の評価パラメータである。どちらも値が大きいほど伝送特性がよくなる。

【 0 0 3 6 】

表 2 のようにモードにより伝送速度、MSD が変わるため、特性の異なる伝送が

行える。モード 2、4 は MSD が 2 であるため、モード 1、3 に比べフェージング環境下での伝送特性が良好であると考えられる。このため、移動通信時にはモード 2、4 を用いた通信を行うことが考えられる。また、モード 1、2 は、伝送速度がモード 3、4 に比べ速いため、伝送速度を稼ぎたいときに用いるのがよいことが分かる。逆に、MSD から分かるように、モード 3、4 はモード 1、2 に比べガウス雑音下での特性がよいため、BER (ビットエラー率) 特性を改善させたいときに用いる。

【 0 0 3 7 】

図 9 に符号 2 の 16QAM 信号点割り当てを示す。16QAM 信号点と QPSK 信号点とを重ね、全体としては 16QAM 信号面のみを用いて変調を行うものである。またこれは、モードインデックス符号とモード別のセット分割法とを用いることにより実現できる。この方法により、モードインデックス符号により異モード間の距離を伸ばし、それ以降のセット分割法をモード別にすることによって、重複した信号点割り当てにおいても符号語間の距離を保つことができる。図 10 に、モード 1、3 のセット分割法を示す。12 以降はモードによって分けることができる。モード 2、4 も同様にして行うことができ、この結果、図 9 に示す、セット分割された 16QAM の重複信号点割り当てを得ることができる。

【 0 0 3 8 】

また、符号 2 の復号には、図 11 のトレリス線図を用いたビタビ復号を行う。ここでは、モードインデックス符号を用いているため、トレリス線図はモード別のサブトレリスに分けることができる。図 11 中、A1 と A2 は符号 1 と同じで、 $b_1 = (00, 01)$ 、 $b_2 = (10, 11)$ である。

【 0 0 3 9 】

上記ではビタビ復号を想定したが、本発明では、多レベルブロック符号化変調を行うため、ビタビ復号の他に、多段復号法などを用いることもできる。図 12 に、そのための多段復号器の構成を示す。まずモードインデックス符号を復号、解釈しモードを決定する。それに引き続き、その他のレベルの復号法を決定し、復号を行う。この場合は、最尤復号ではないが、復調器構成が容易であるという特徴がある。

【 0 0 4 0 】

【実施例】

[第 1 実施例]

次に、本発明の方法を用いたシステムのノイズ特性を見るために、第 1 実施例として、図 1 3 (a)のシステムを用いて、ガウス雑音環境下における符号 1 の l2 特性を計算機シミュレーションにより求めた。なお受信側でシンボルタイミングとフレーム位置の同期は完全にとれているものとする。ここで、L=16とし、モード 1 と 2 の生成確率をそれぞれ 0.5 としたときの l2 の BER (ビット誤り率) を図 1 4 に示す。図 1 4 の結果から、モード 2 の BER が改善されていることが分かる。この結果は、上述の距離特性の比較からの推定と一致している。

【 0 0 4 1 】

[第 2 実施例]

また、本発明の方法を用いたシステムのノイズ特性とフェージング特性とを見るために、第 2 実施例として、図 1 3 (b)のシステムを用いて、ガウス雑音 (A WGN) およびフェージング環境下における符号 2 の BER 特性を計算した。ここでは、L=15とし、モード 1 ~ 4 の生成確率をそれぞれ 0.45、0.45、0.05、0.05 とした。

【 0 0 4 2 】

まず、ガウス雑音下における BER を図 1 5 に示す。なおモードを誤った場合に生じる受信側の、送信系列に対する過不足ビットは全て誤りビットとして計算した。そのため BER が 1 を越える場合が存在する。どのモードも同程度の伝送速度の無符号化系に比べて、ある程度の E_b/N_0 以降では符号化利得が得られており、符号化変調による高い利得とマルチモード伝送が両立していることがわかる。また図 1 5 からわかるように、モード 3、4 を伝送すれば平均伝送速度は落ちるが BER 特性がよくなることは明らかである。

【 0 0 4 3 】

次にフェージング環境下における BER 特性を計算した。図 1 6 に、正規化したフェージングの速さを 1/40 と設定した比較的速いレイリーフェージング環境下での BER 特性を示す。MSD 伸長の効果により、モード 2、4 の伝送特性は大幅に改善

されていることがわかる。従って移動局上りリンクにおいて、停止中はモード1、3、移動中はモード2、4を伝送するなどにより適応的な伝送が実現できることがわかる。また同時に伝送速度もモード1、2と3、4により大きく変えることができる。さらに本発明を用いたシステムでは、符号長毎にモードを切り換えられるため、通信環境の変化に素早く追従でき、効率的な伝送が行える。

【0044】

【発明の効果】

この発明は上記した構成からなるので、以下に説明するような効果を奏することができる。

【0045】

この発明は、伝送符号の中にモードのインデックス情報とデータを合成して伝送するため、発明によれば、第1の従来の技術の例のプリアンプルは必要なく、また受信側でのプリアンプルの抽出、解読なども必要がなくなり、また、単一のビタビ復号器により全モードの復号が行えるため、複数の符号化器は必要なくなった。

【0046】

また、この発明は、ブロック符号化変調方式を用いたマルチモード伝送方式であるため、この発明によって、ブロック符号化変調方式による符号化利得を得ることができ、しかも、従来の技術では起こっていた伝送特性の劣化を防ぐことができるようになった。

【0047】

さらに、この発明には、ブロック符号化変調方式にマルチモードの特性を持たせたため、この発明によって、様々な状況に応じてモードを変える適応伝送を行うことができるようになった。

【0048】

あるいはまた、この発明によって、送信側が重要度の高いビットとそうでないビットを混在して伝送したいとき、不均一誤り保護と均一誤り保護のマルチモード伝送を行うことができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の従来の技術の例を示すブロック図である。

【図 2】

第 2 の従来の技術の例を示すダイアグラムである。

【図 3】

マルチモード符号化器を示すブロック図である。

【図 4】

マルチモードビタビ復号器を示す図で、(a) はブロック図であり、(b) はトレリス線図である。

【図 5】

不均一誤り保護と均一誤り保護の 2 モード符号を示す図である。

【図 6】

ハイブリッドなセット分割法を示す図である。

【図 7】

符号 1 のトレリス線図である。

【図 8】

4 モード符号を示す図である。

【図 9】

セット分割された 16QAM の重複信号点割り当てを示す図で、(a) はモード 1 と 3 に対応し、(b) はモード 2 と 4 に対応する図である。

【図 10】

モード 1、3 のセット分割法を示す図である。

【図 11】

符号 2 のトレリス線図である。

【図 12】

多段復号器を示すブロック図である。

【図 13】

等価低域系システムブロック図であり、(a) はガウスノイズ環境に対応した構成を、(b) はフェージング環境に対応した構成を示すブロック図である。

【図 1 4】

シミュレーションの結果を示す図で、符号 1 のモード 1、2 における 12 のビットエラー率特性を示す。

【図 1 5】

シミュレーションの結果を示す図で、符号 2 のガウスノイズ環境下におけるビットエラー率特性を示す。

【図 1 6】

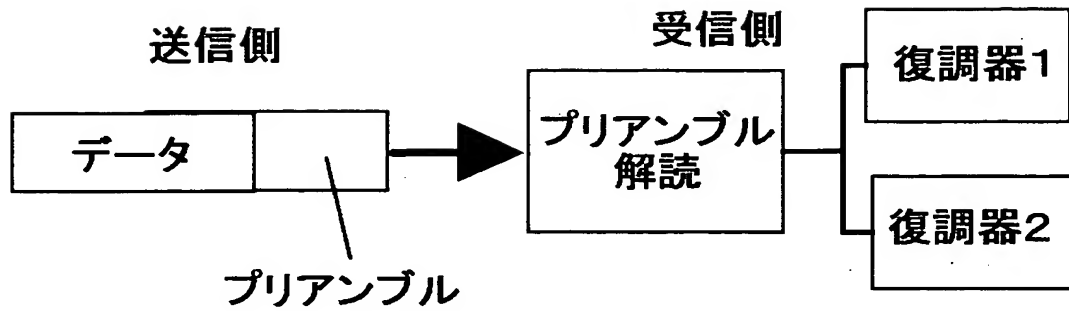
シミュレーションの結果を示す図で、符号 2 のフェージング環境下におけるビットエラー率特性を示す。

【符号の説明】

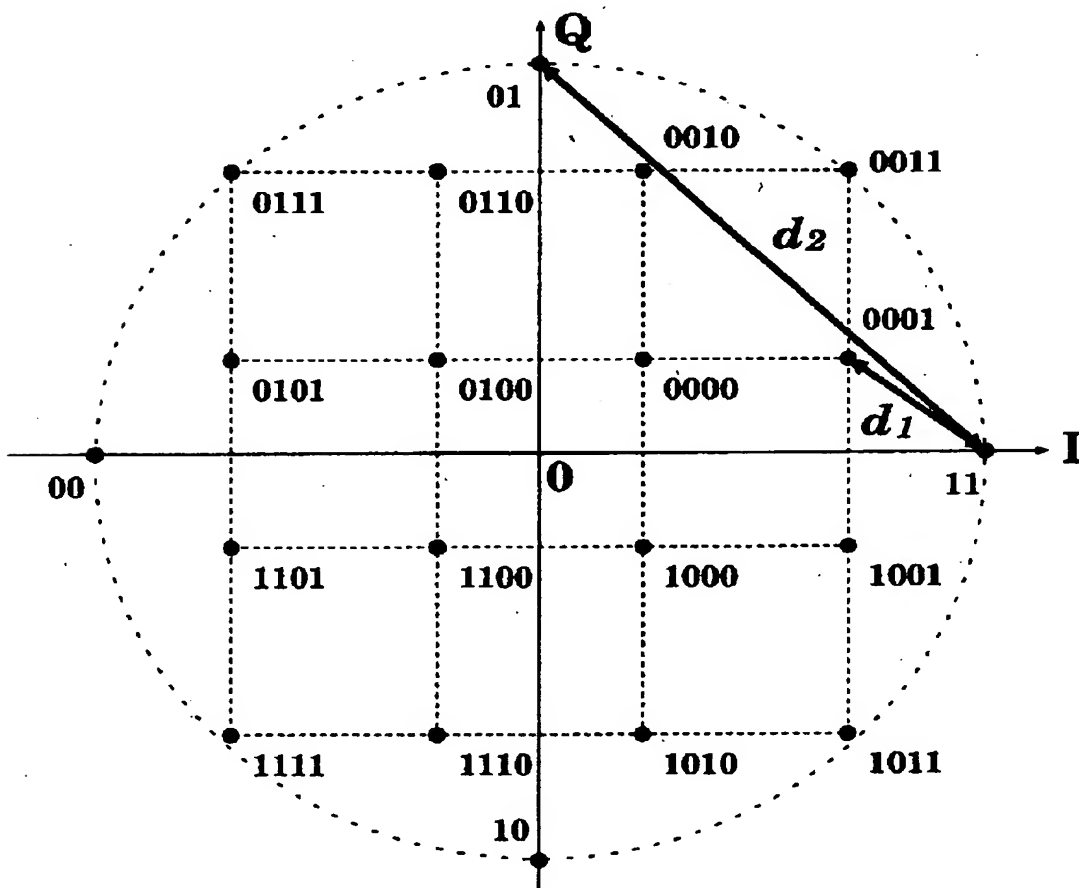
- 1 モード選択器
- 2 シリアル／パラレル変換器
- 3 マルチレベル符号器
- 4 16QAM割当器
- 5、7 ローパスフィルタ
- 6 加算器
- 8 ビタビ復号器
- 11 インターリーバー
- 12 パイロットシンボル挿入器
- 13 乗算器
- 14 フェージング評価および補償器
- 15 デインターリーバー

【書類名】 図面

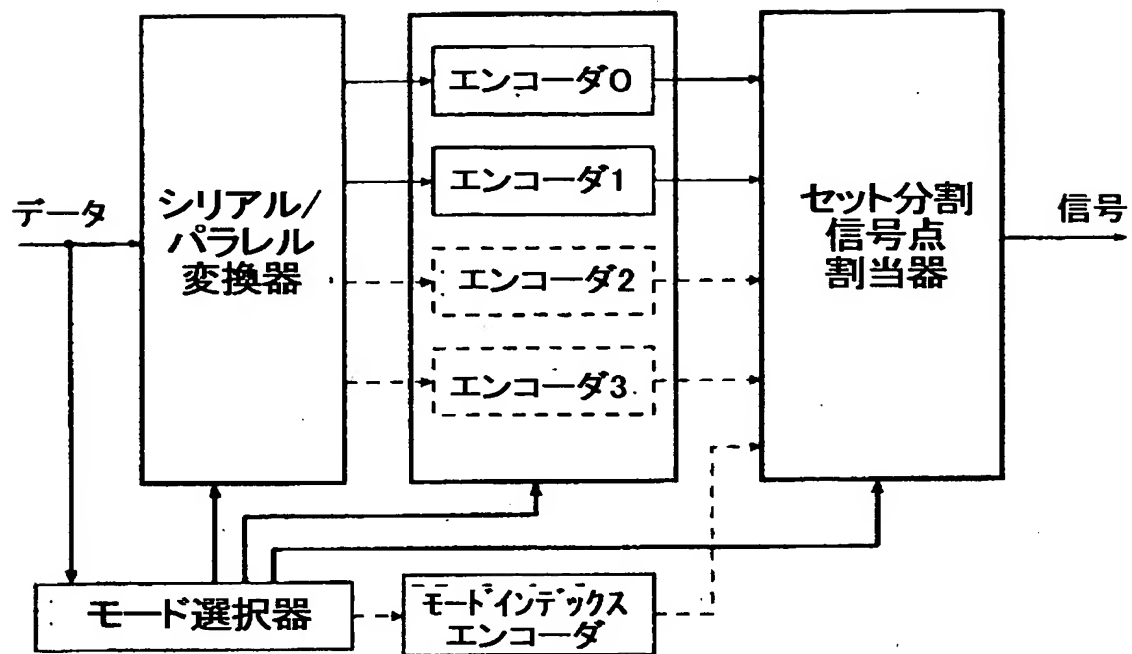
【図 1】



【図 2】

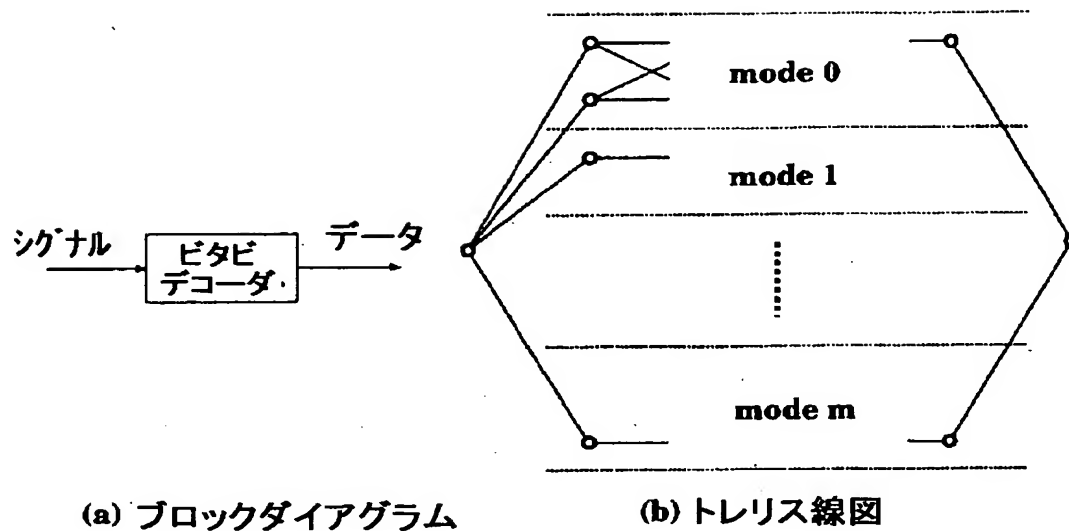


【図 3】



マルチモード符号化器

【図 4】



マルチモードビタビ復号器

【図 5】

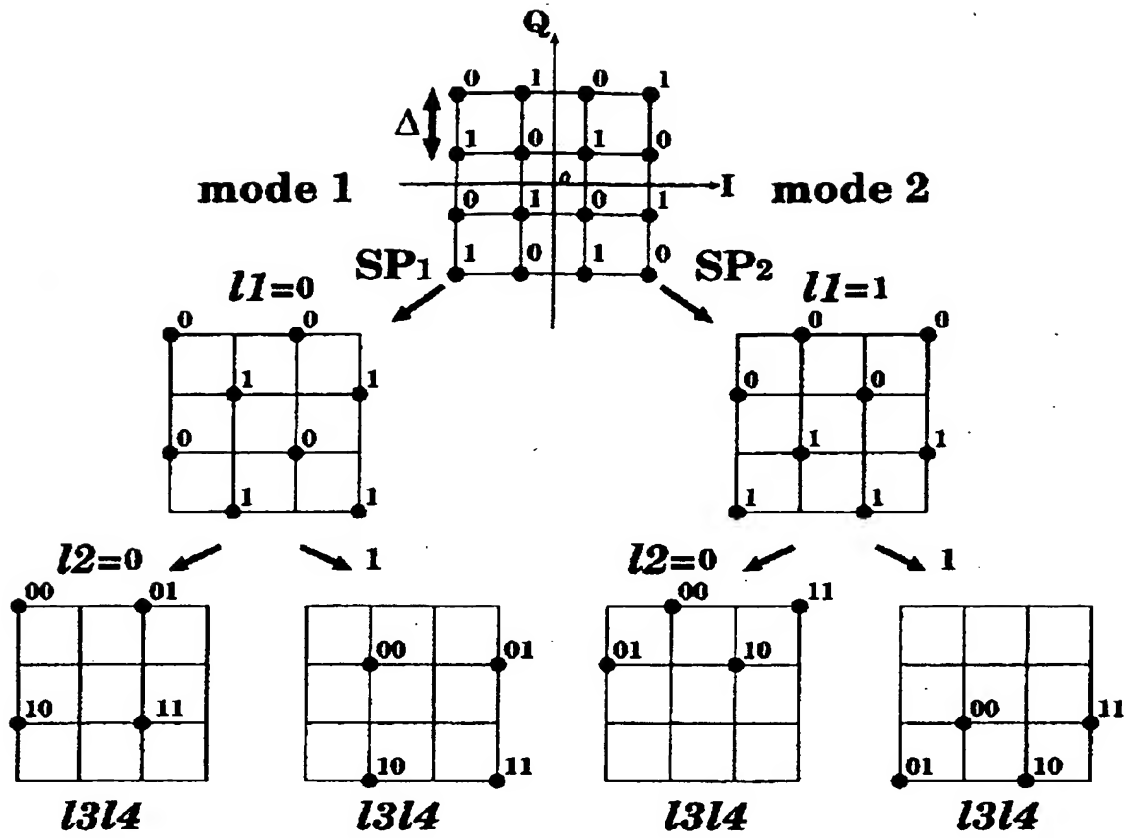
| | $\overline{s1}$ | $\overline{s2}$ | | $\overline{s(L-1)}$ | \overline{sL} |
|------|-----------------|-----------------|-------|---------------------|-----------------|
| $l1$ | c_1 | c_1 | | c_1 | c_1 |
| $l2$ | a_1 | a_2 | ----- | a_{L-1} | c_2 |
| $l3$ | a_L | a_{L+1} | | a_{2L-2} | a_{2L-1} |
| $l4$ | a_{2L} | a_{2L+1} | | a_{3L-2} | a_{3L-1} |

$$c_1 = 0 \text{ (mode 1), } 1 \text{ (mode 2)}$$

$$c_2 = a_1 \oplus a_2 \oplus \dots \oplus a_{L-1}$$

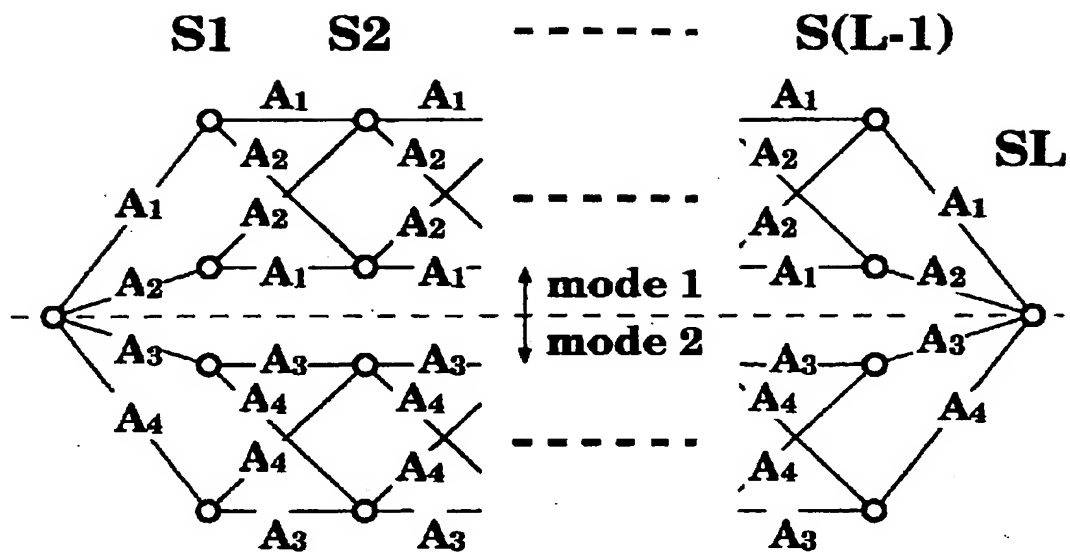
不均一誤り保護と均一誤り保護の2モード符号 (符号 1)

【図 6】



ハイブリッドなセット分割法

【図 7】



【図 8】

$$\begin{array}{ccccccc}
 & s1 & sL' & s(L'+1) & s2L' & s(2L'+1) & s(L-1) & sL \\
 l1 & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{0} \\
 l2 & a_1 & \dots & a_{L'} & a_{L'+1} & \dots & a_{3L'-1} & c_1 \\
 l3 & a_{3L'} & \dots & a_{4L'-1} & a_{4L'} & \dots & a_{5L'-1} & a_{5L'} \\
 l4 & a_{6L'} & \dots & a_{7L'-1} & a_{7L'} & \dots & a_{8L'-1} & a_{8L'} \\
 & \underbrace{\phantom{a_{6L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{7L'-1}}} & \underbrace{\phantom{a_{7L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{8L'-1}}} & \underbrace{\phantom{a_{8L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{9L'-2}}} & \underbrace{\phantom{a_{9L'-1}}}
 \end{array}$$

mode 1

$$\begin{array}{ccccccc}
 l1 & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{1} \\
 l2 & a_1 & \dots & a_{L'} & a_{L'+1} & \dots & a_{3L'-1} & c_1 \\
 l3 & a_{3L'} & \dots & a_{4L'-1} & a_{4L'} & \dots & a_{5L'-1} & a_{5L'} \\
 l4 & a_{6L'-1} & \dots & a_{7L'-2} & a_{7L'-1} & \dots & a_{8L'-2} & a_{8L'-1} \\
 & \underbrace{\phantom{a_{6L'-1}}} & \underbrace{\phantom{a_{7L'-2}}} & \underbrace{\phantom{a_{7L'-1}}} & \underbrace{\phantom{a_{8L'-2}}} & \underbrace{\phantom{a_{8L'-1}}} & \underbrace{\phantom{a_{9L'-3}}} & \underbrace{}
 \end{array}$$

mode 2

$$\begin{array}{ccccccc}
 l1 & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{1} \\
 l2 & a_1 & \dots & a_{L'} & a_{L'+1} & \dots & a_{3L'-1} & a_{3L'} \\
 l3 & \underbrace{} & \underbrace{\phantom{a_{L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{L'+1}}} & \underbrace{\phantom{a_{2L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{2L'+1}}} & \underbrace{\phantom{a_{3L'-1}}} & \underbrace{\phantom{a_{3L'}}} \\
 l4 & & & & & & &
 \end{array}$$

mode 3

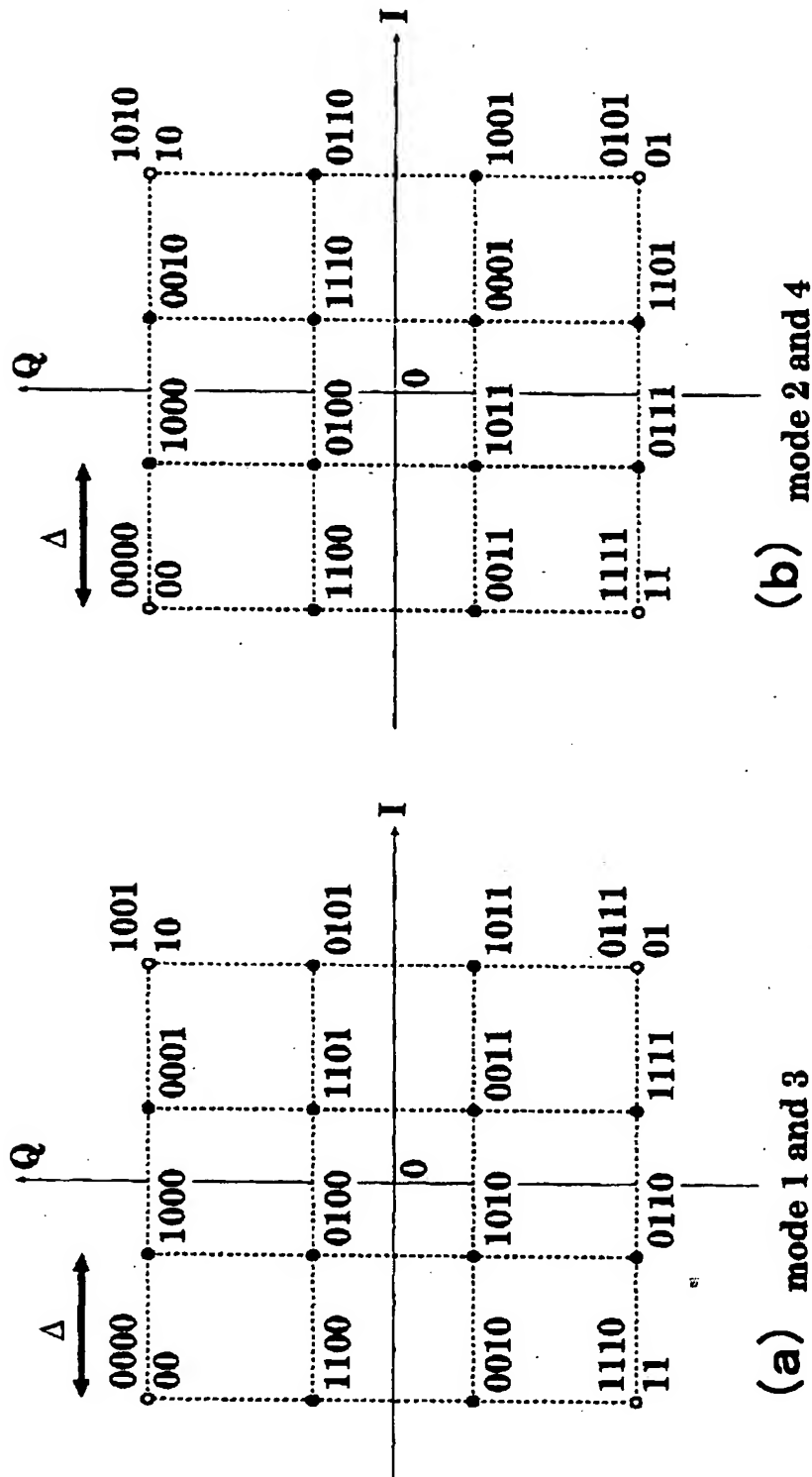
$$\begin{array}{ccccccc}
 l1 & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{1} & \underbrace{0} & \underbrace{0} & \underbrace{0} \\
 l2 & a_1 & \dots & a_{L'} & a_{L'+1} & \dots & a_{3L'-1} & c_1 \\
 l3 & \underbrace{} & \underbrace{\phantom{a_{L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{L'+1}}} & \underbrace{\phantom{a_{2L'}}} & \underbrace{\phantom{a_{2L'+1}}} & \underbrace{\phantom{a_{3L'-1}}} & \underbrace{} \\
 l4 & & & & & & &
 \end{array}$$

mode 4

$$\begin{aligned}
 c_1 &= a_1 \oplus a_2 \oplus \dots \oplus a_{3L'-2} \oplus a_{3L'-1} \\
 c_2 &= a_{3L'} \oplus a_{3L'+1} \oplus \dots \oplus a_{6L'-3} \oplus a_{6L'-2} \\
 c_3 &= a_{6L'-1} \oplus a_{6L'} \oplus \dots \oplus a_{9L'-4} \oplus a_{9L'-3}
 \end{aligned}$$

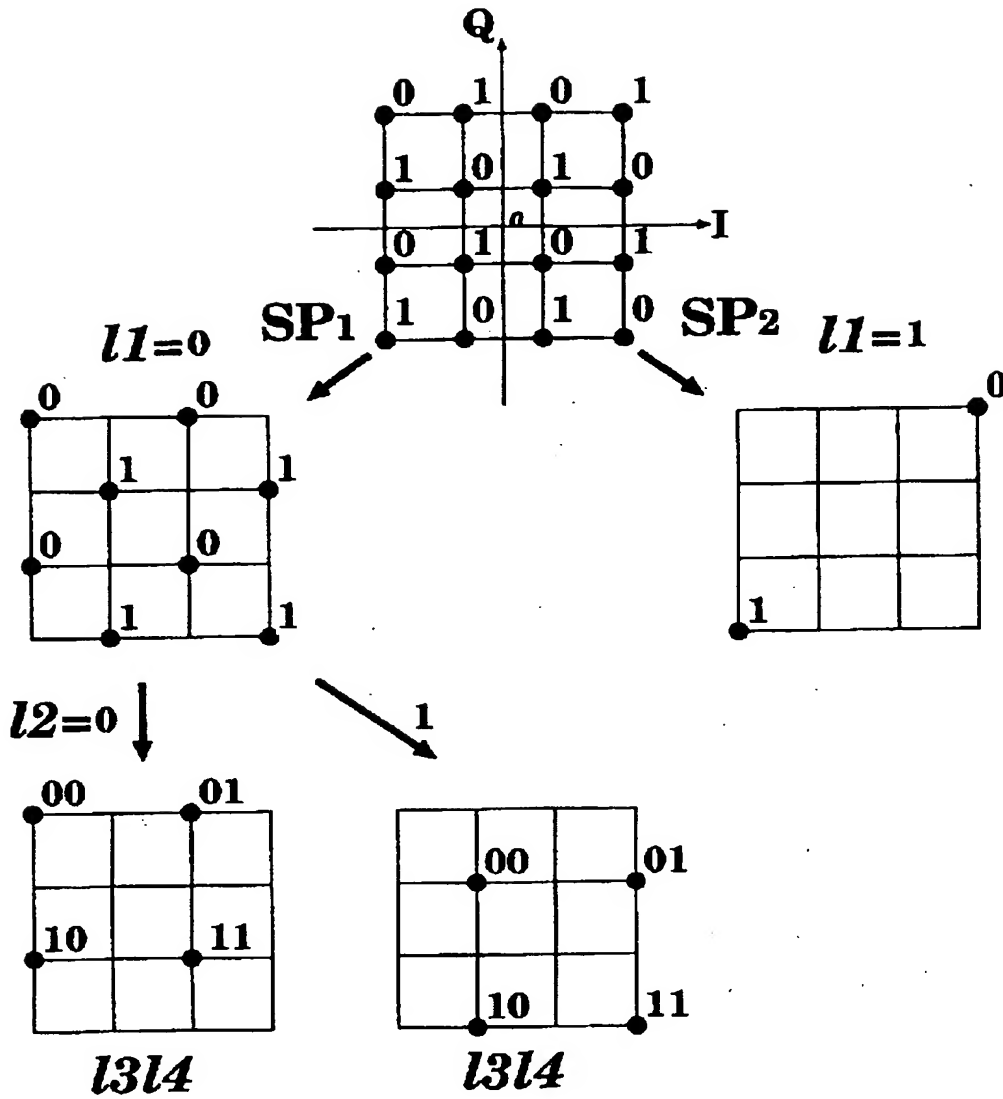
4 モード符号 (符号 2)

【図 9】



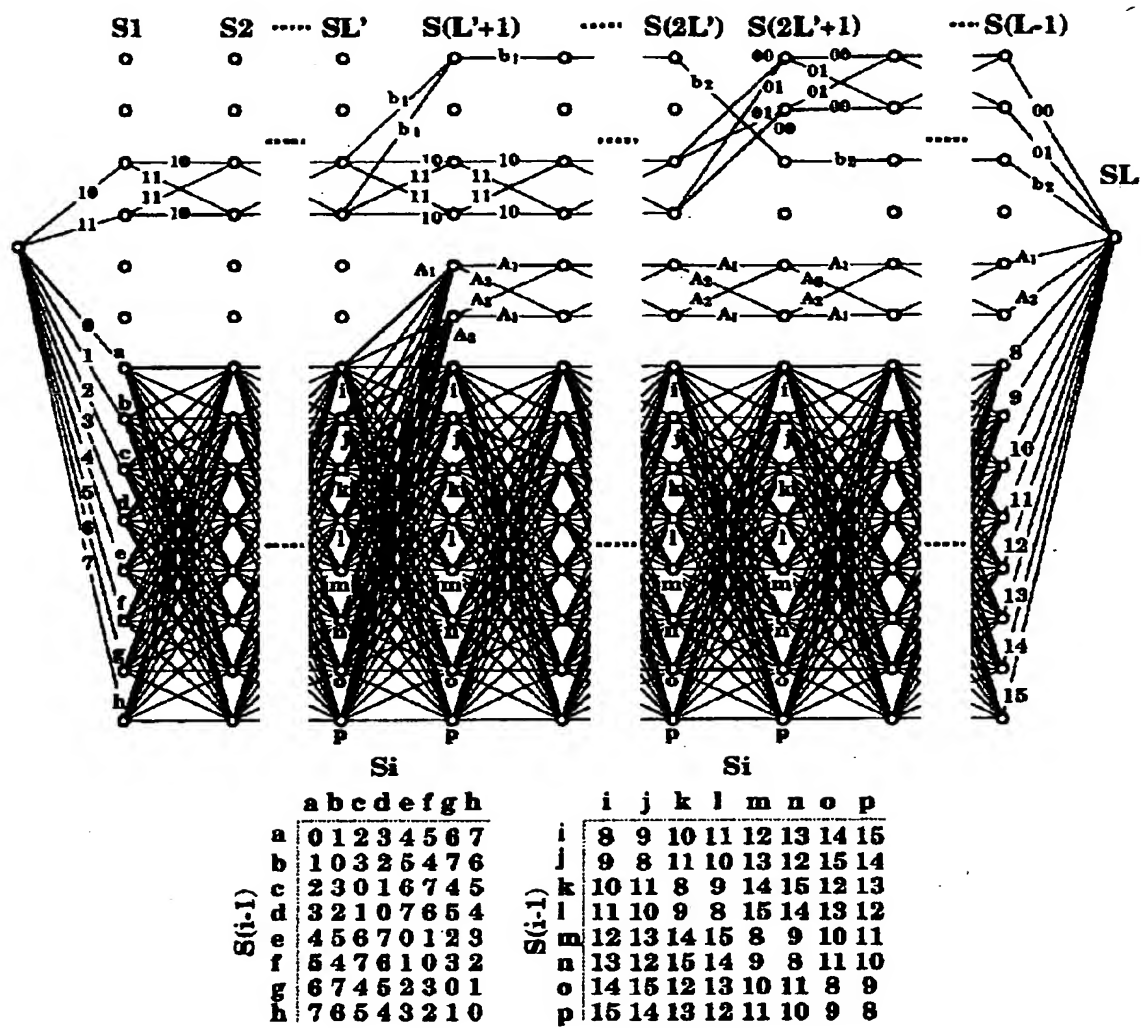
セット分割された 16QAM の重複信号点割り当て

【図 10】



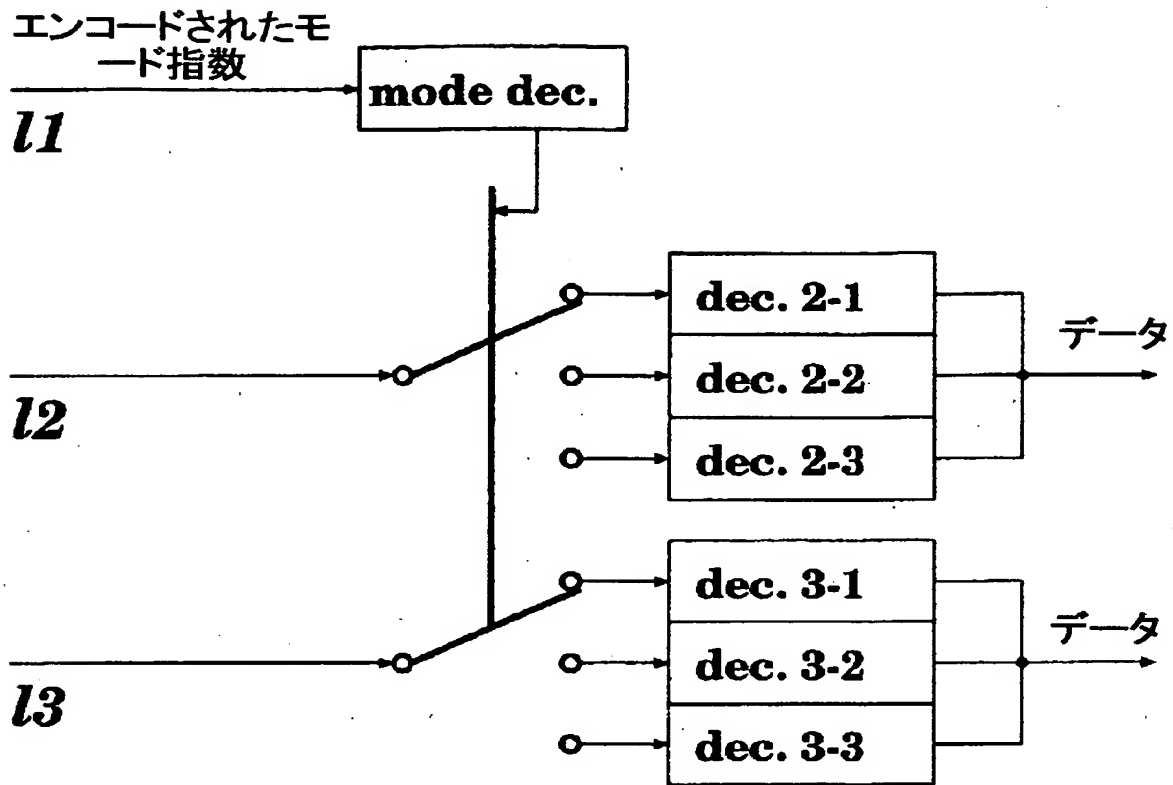
モード 1, 3 のセット分割法

【图 1 1】

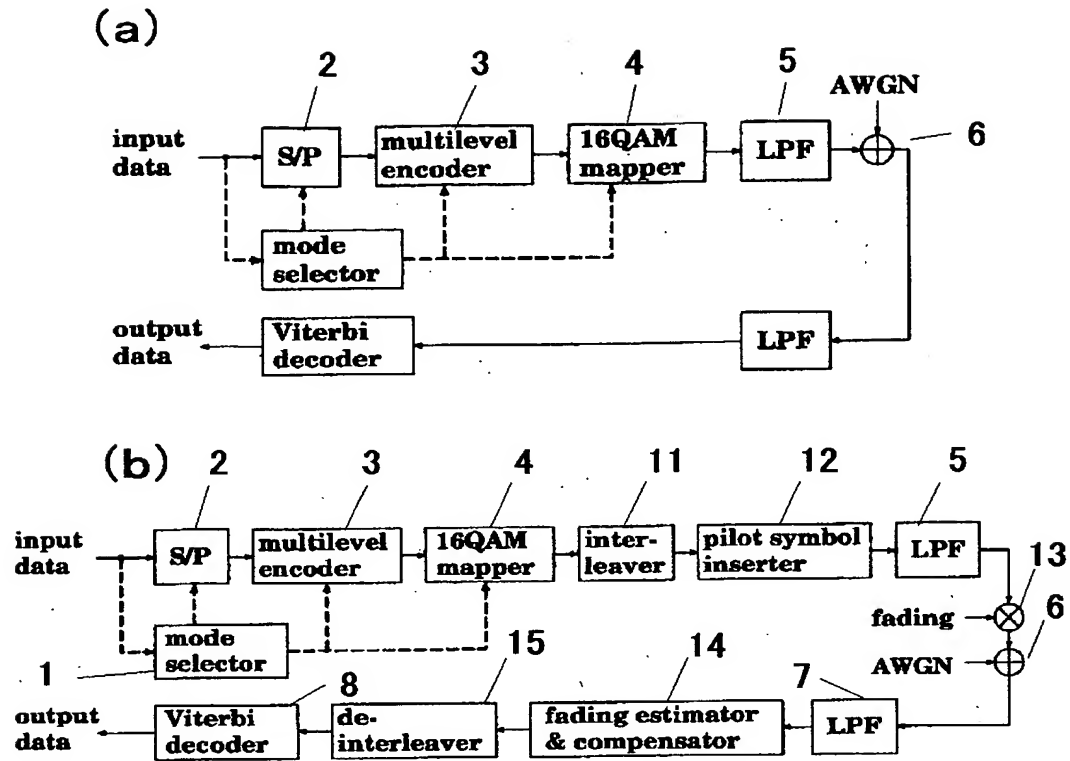


符号 2 のトレリス線図

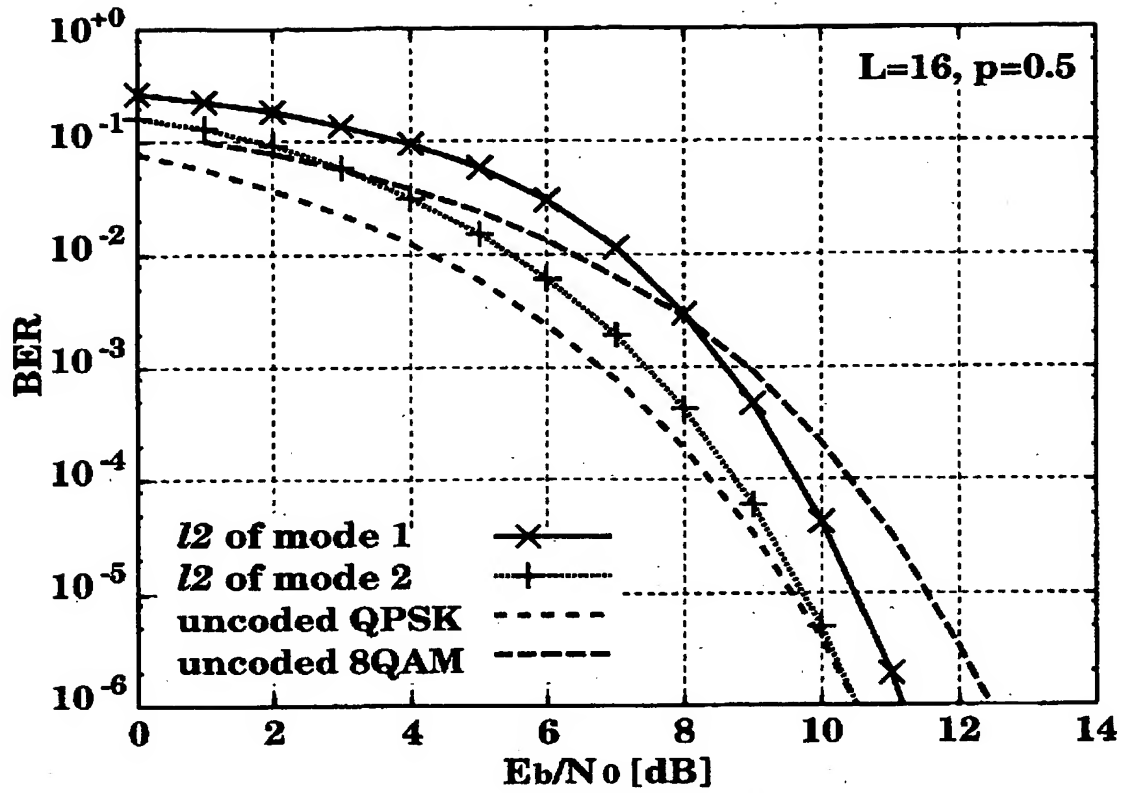
【図 1 2】



【図 13】

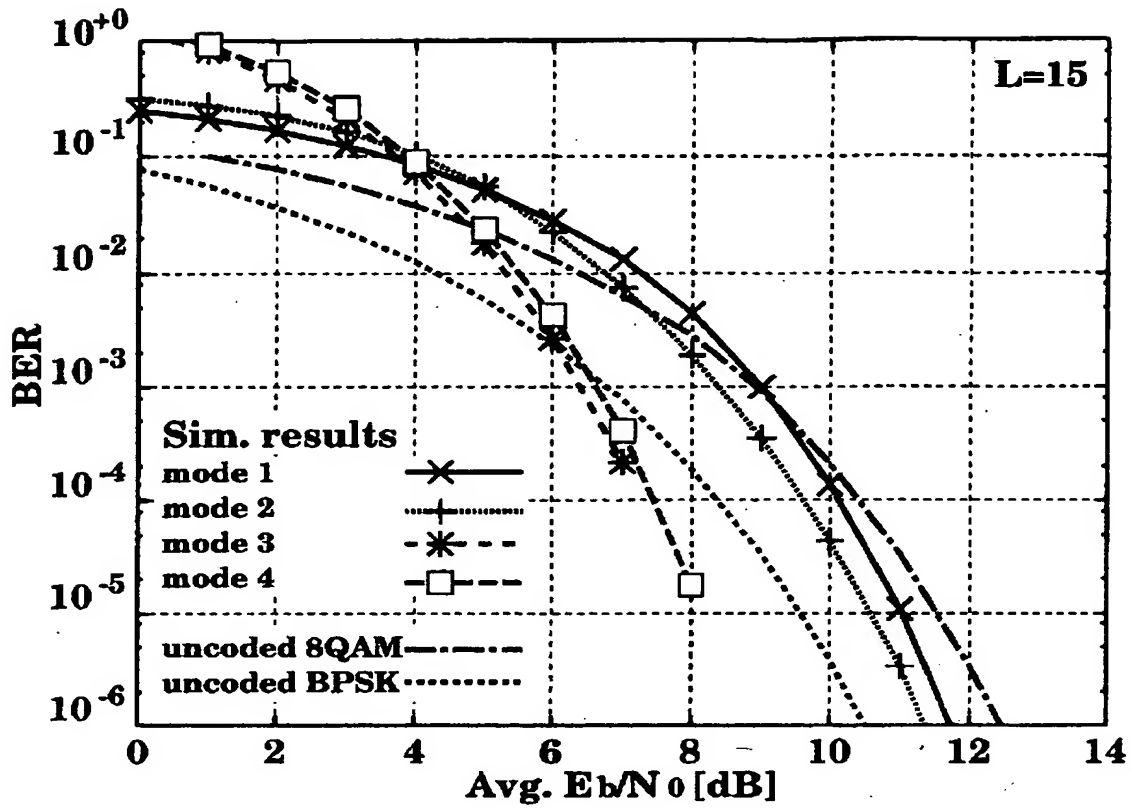


【図 14】



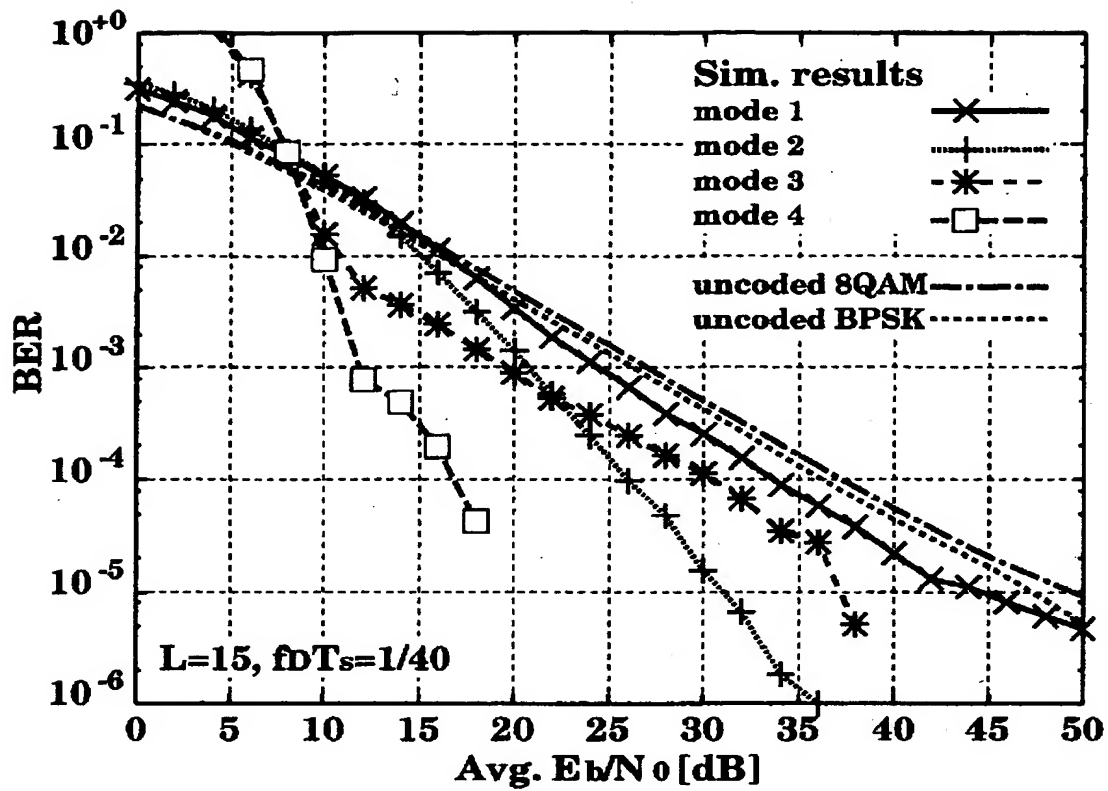
符号 1 のモード 1, 2 における l_2 の BER

【図 15】



符号 2 の AWGN 下における BER 特性

【図 16】



符号 2 のフェージング環境下における BER 特性

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタル通信の適応伝送に関する技術分野において、簡易な一方向の伝送でかつ符号化利得を得る適応伝送技術として用いることができ、また、符号化方式、変調方式、符号化変調方式の技術分野において、適応的に伝送特性を変える技術として用いることができるマルチモードブロック符号化変調復調方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 デジタル信号のマルチモード伝送において、多レベルブロック符号化変調方式の構成要素である、レベル段数、各レベル符号、セット分割法、あるいは、変調方法、を、すくなくとも2つの異なるモード間で、異なる設定を用いることによって、一方向でマルチモード伝送を行うことを特徴とするマルチモードブロック符号化変調復調方法とする。

【選択図】 図 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301022471]

| | |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 2001年 4月 2日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都小金井市貫井北町4-2-1 |
| 氏 名 | 独立行政法人通信総合研究所 |

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [599113903]

1. 変更年月日 2001年 6月20日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人通信総合研
究所内

氏 名 岡本 英二